

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09237906 A**(43) Date of publication of application: **09 . 09 . 97**

(51) Int. Cl.

H01L 31/00
H01L 31/08
H01Q 23/00

(21) Application number: **08042973**(22) Date of filing: **29 . 02 . 96**(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**(72) Inventor: **SHINOZUKA NORIYUKI**

(54) **WARM CARRIER INFRARED RAY DETECTION
 ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF**

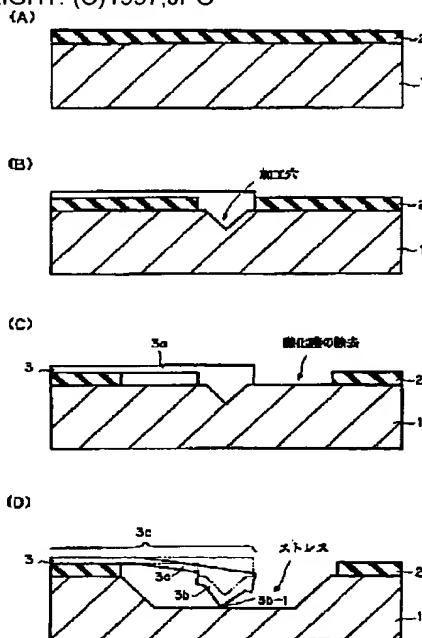
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a warm carrier infrared ray detection element having an element structure wherein smaller contact radius for improvement of element performance can be obtained, and a manufacturing method of the element.

SOLUTION: An oxide film 2 is formed on a semiconductor board 1, a hole is shaped at a point electrode formation position of the oxide film 2 and a reverse-cone-like transfer processing hole is formed by anisotropic etching. Thereafter, a processing hole and a linear part 3 including an antenna part 3c are transferred and formed integrally by a conductive material and a tip of a cone-like part is formed needle-like. During film formation of the linear part 3, a lower layer is formed at a high temperature and an upper layer is formed at a low temperature, and stress to generate bending deformation from the upper layer to the lower layer is applied. An oxide film in a periphery of the point electrode 3b is removed and a cantilever part 3a is constituted. Etching removal is performed for a semiconductor substrate, and the semiconductor substrate 1 and the point electrode 3b occupy a position of a solid line due to deformation by stress of a

cantilever and come into point contact at 3b-1.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 31/00			H 0 1 L 31/00	B
31/08			H 0 1 Q 23/00	
H 0 1 Q 23/00			H 0 1 L 31/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-42973

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 篠塚 典之

埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 高野 明近 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ウォームキャリア赤外線検出素子及び該素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 素子性能の向上の為のより小さな接触半径が得られる素子構造をもつウォームキャリア赤外線検出素子及び該素子の製造方法を提供すること。

【解決手段】 半導体基板1上に酸化膜2を成膜；

(A) し、酸化膜2の点電極形成位置に穴を開け、異方性エッチングにより逆錐状の転写用加工穴を形成した後、加工穴及びアンテナ部3cを含む線状部3を一体に導電性材料により転写形成；(B) して、錐状部の先端を針状とする。線状部3の成層時、高温で下層、低温で上層を作成し上から下に曲げ変形が生じるようなストレスを与える。点電極3b周辺の酸化膜を除去；(C) し、カンチレバー部3aを構成する。半導体基板をエッチング除去；(D) し、カンチレバーのストレスによる変形により半導体基板1と点電極3bが図の実線の位置を占め、3b-1で点接触する。

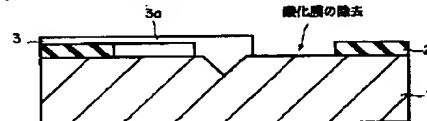
(A) 酸化膜の成膜



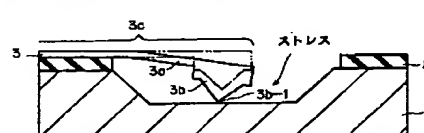
(B) 転写用形状形成および錐状部の製作



(C) カンチレバー部下の酸化膜の除去



(D) 点接触の形成 (ストレスによる変形)



ポイントコンタクトにモールド転写法を用いた本発明の製作例

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板と該半導体基板の一方に面電極を、他方に点接触電極と該点接触電極につながるアンテナ部を有するウォームキャリア赤外線検出素子において、前記点接触電極は、前記アンテナ部を構成する部材自体の弾性により接触が保たれるようにしたことを特徴とするウォームキャリア赤外線検出素子。

【請求項 2】 前記点接触電極における接触点は、エッチング加工により形成され、該点接触電極につながるアンテナ部は、前記半導体基板への成膜技術により形成されたものであることを特徴とする請求項 1 記載のウォームキャリア赤外線検出素子。

【請求項 3】 半導体基板に逆錐状の微小凹部を形成し、前記凹部を覆い、該凹部につながる線状導体（アンテナ）部を形成するとともに、前記錐状部に向けて変形を起こすストレスが生じるように成膜（層）を行い、前記成膜によって形成された線状導体部の前記変形を許し前記錐状部の先端のみで弾性的に半導体に点接触すべく前記凹部周辺の半導体を除去するようにしたことを特徴とするウォームキャリア赤外線検出素子の製造方法。

【請求項 4】 半導体基板上の犠牲層となる絶縁層に略逆錐状の凹部を形成し、前記凹部を覆って電極材料を付着させた後、該電極材料につながる線状導体（アンテナ）部を形成するとともに、前記錐状部に向けて変形を起こすストレスが生じるように成膜（層）を行い、前記凹部中の電極材料に選択的に作用するエッチングを行うことによって錐状部を形成させ、前記成膜によって形成された線状導体部の前記変形を許し前記錐状部の先端のみで弾性的に半導体に点接触すべく前記錐状部周辺の前記絶縁層を除去するようにしたことを特徴とするウォームキャリア赤外線検出素子の製造方法。

【請求項 5】 前記線状導体部の成層方法として下層を高温で上層を低温で成層することによって、曲げ変形を起こすストレスを生じるようにしたことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載のウォームキャリア赤外線検出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウォームキャリア赤外線検出素子に関し、より詳細には、電極におけるポイントコンタクトを新規な構造とした該素子及び、該素子の製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、赤外線は、分光分析や計測分野、或いは、マイクロ波、ミリ波、サブミリ波に続く通信波として通信分野においても利用されており、その検出素子についても動作原理を異にする型式の次に示されるようなものが知られている。熱型赤外線検出素子と言われるものは、赤外線のエネルギーを熱エネルギーに変換してそれによる誘電率や抵抗値の変化や起電力の発生や熱膨張などを利用するもので、量子型赤外線検出素子と言われるものは、光導電効果や光起電力効果を利用したものである。しかし、熱型は、検出感度に波長依存性がないという利点があるが、高速応答性に問題があり、量子型は、波長の長い領域で良い素子材料が見付からないこと、また低温動作といった動作条件の困難性を伴うことから、実用に至っていない。

【 0 0 0 3 】また、波長の長い赤外線を検出する素子の別の型式として、ミリ波領域における点接触型ショットキダイオードと類似した原理によるもので、検出（検波）素子の RC 時定数を小さく、遠赤外に応答できるようにし、アンテナ結合赤外線検出素子と言われるものがあり、それは、波長 $100\mu\text{m}$ の領域でも実温動作でき、また、アンテナを介して信号波を検出する（量子型の雑音検出型と違い）ことができるといった利点をもつことでも知られている。

【 0 0 0 4 】そして、赤外線を電磁波としてアンテナで捕えて検出するこのアンテナ結合赤外線検出素子は、アンテナとして機能する金属細線とアンテナ上に誘起された入射信号を検波する非線型要素とが直結された構造をなすものであるが、非線型要素における整流機構の違いによって異なる性質をもつものとなる。その中の一つが、ウォームキャリア赤外線検出素子と呼ばれるもので、その構造は、半導体の一方に面電極を持ち、他方の面に金属細線（アンテナ）を立て点電極とし、いずれの電極においても半導体との接触がオーム性となっており、RC 時定数がショットキ接合の素子よりもきびしくない。

【 0 0 0 5 】ウォームキャリア赤外線素子は、点電極と面電極による内部電界の不均一で生じる非線型性によってアンテナに誘起された電流が整流されると考えられ、その起電力 V_{th} は、次式で与えられる。

【 0 0 0 6 】

【数 1】

3

4

$$V_{th} = \left(\frac{3}{2} - \frac{E_f}{k T_0} \right) \frac{\tau_0 \mu \rho}{3 \pi r_1^3} P_{IN} \quad (式 1)$$

V_{th} : 起電力
 E_f : フェルミエネルギー
 k : ボルツマン定数
 τ_0 : エネルギー緩和時間
 μ : キャリア移動度
 ρ : 半導体抵抗率
 r_1 : 点接触電極接触半径
 P_{IN} : R_s (拡がり抵抗) への入射電力
 T_0 : 格子温度

【0007】上記式1が示すように、ウォームキャリア赤外線検出素子において、検出電圧を大きくするためには、移動度が大きく抵抗率の高い半導体基板を用い、点接触電極の接触半径を小さくすることが必要となることが分かる。

【0008】従来、小さな接触半径の点接触電極を実現するために行っている方法は、ICの製造において一般的に用いられている電子ビームや集束イオンビームによる加工法である。図3は、従来の点接触電極(ポイントコンタクト)の製造方法の工程の概略を示す図である。半導体基板の表面に酸化膜を成膜した後、図3(A)のように電子ビームや集束イオンビームを用いてその酸化膜の微小部分を取り除いて穴をあける加工がなされる。あけた穴は、図3(B)に示すように、電極金属がスパッタ等で付着され半導体基板と接合する点接触部とされ、その点接触部につながるアンテナ部も同時に形成される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の製造方法によると半導体基板上の酸化膜にあけた穴の大きさによって点接触電極の接触半径が決ってしまうということになり、ウォームキャリア赤外線検出素子にとって大きな検出電圧を得るために必要となる十分小さな接触半径を形成するには不満足な方法である。本発明は、従来技術におけるこのような問題点に鑑みてなされたもので、素子性能の向上の為により小さな接触半径が得られる素子構造をもつウォームキャリア赤外線検出素子及び該素子の製造方法を提供することをその解決すべき課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明においては、ウォームキャリア赤外線検出素子において、半導体基板と該半導体基板の一方に面電極を、他方に点接触電極と該点接触電極につながるアンテナ部を有するウォームキャリア赤外線検出素子において、前記点接触電極は、前記アンテナ部を構成する部材自体の弾性により接触が保たれるようにし、充分に小さく作成できる点接触電極の先端接触部をアンテナ部の部材自体の弾性で半導

体に接するようにし、その接触を保って従来技術では得られない小さい接触半径を安定して得ることにより、素子性能を向上させることを可能とするものである。

【0011】請求項2の発明においては、請求項1に記載のウォームキャリア赤外線検出素子において、前記点接触電極における接触点は、エッチング加工により形成され、該点接触電極につながるアンテナ部は、前記半導体基板への成膜技術により形成され、当該素子にとって最適な素子構造の実現を可能とするものである。

【0012】請求項3の発明においては、ウォームキャリア赤外線検出素子の製造方法において、半導体基板に逆錐状の微小凹部を形成し、前記凹部を覆い該凹部につながる線状導体(アンテナ)部を形成するとともに、前記錐状部に向けて変形を起こすストレスが生じるように成膜(層)を行い、前記成膜によって形成された線状導体部の前記変形を許し前記錐状部の先端のみで弾性的に半導体に点接触すべく前記凹部周辺の半導体を除去するようにし、半導体集積回路製造技術等のマイクロマシニングプロセスにより微細な素子を製造することを可能とするものである。

【0013】請求項4の発明においては、ウォームキャリア赤外線検出素子の製造方法において、半導体基板上の犠牲層となる絶縁層に略逆錐状の凹部を形成し、前記凹部を覆って電極材料を付着させた後、該電極材料につながる線状導体(アンテナ)部を形成するとともに、前記錐状部に向けて変形を起こすストレスが生じるように成膜(層)を行い、前記凹部中の電極材料に選択的に作用するエッチングを行うことによって錐状部を形成させ、前記成膜によって形成された線状導体部の前記変形を許し前記錐状部の先端のみで弾性的に半導体に点接触すべく前記錐状部の周辺の前記絶縁層を除去するようにし、半導体集積回路製造技術等のマイクロマシニングプロセスにより微細な素子を製造することを可能とするものである。

【0014】請求項5の発明においては、請求項3又は4に記載のウォームキャリア赤外線検出素子の製造方法において、前記線状導体部の成層方法として下層を高温で上層を低温で成層することによって曲げ変形を起こす

20

30

40

50

ストレスを生じるようにし、当該素子に適したかかる具体化手段を用いることにより、性能の良い素子の製造を可能とするものである。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は、ポイントコンタクトにモールド転写法を用いウォームキャリア赤外線検出素子を製作する本発明の方法の実施形態を説明するための図で、(A)から(D)は、その製作過程を示すものである。また、図1(D)は、最終的に得られる本発明のウォームキャリア赤外線検出素子の一実施形態の構造の要部を示すものである。まず、その素子構造を説明すると、半導体基板1には、図示しない面電極に対向してウォームキャリアの発生に必要な点接触を行う点接触電極3bがカンチレバー3aの一端に設けられ、点3b-1で半導体基板1に接触している。カンチレバー3aは、絶縁膜2を介して半導体基板1に設けられる線状の導体3の先端部をなし、製作過程で与えられるストレスにより図示の破線から変形を受け、点3b-1で半導体基板1に弾性的に接し、実線の位置を占める。そして、導体3の線状部分は、アンテナ部3cとして機能することになる。

【0016】次いで、図1にもとづいて製作法の実施形態を説明すると、まず、図1(A)に示すように、半導体基板1上に酸化膜2(例、 SiO_2)を成膜する。次に、図1(B)に示すように、最終的に点接触電極が形成される位置の酸化膜2の一部に穴を開け、そこから半導体基板1に異方性エッチングにより逆錐状の転写用形状の加工穴を形成した後、加工穴内及びそこにつながるアンテナ部3cを含む線状部3を一体に導電性材料(例、W、Ni)により形成する。ここでは、転写される錐状部の先端が針状となり、これにより、後の工程で半導体基板1と接触することになる時に小さな点接触面積が得られることになる。また、導電性材料を成層して線状部3を形成する場合に、高温で下層、低温で上層を作成して、それらの間にストレスが生じて上から下に曲げ変形が生じるようになされる。なお、この曲げ変形は、バイメタル構造とすることにより与えるようにしてもよい。

【0017】次に、図1(C)に示すように、点接触電極3b周辺の酸化膜2を除去するが、酸化膜2の除去された線状部3aがカンチレバー部を構成することになる。製作過程の最終段階の図1(D)では、上記で酸化膜2を除去した部分のさらに下の半導体基板1を図1(C)における点接触電極3bの針状先端よりも深くエッチング除去し、そうすることにより、図1(D)の破線の位置にあったカンチレバー部3aが上述したストレスによる変形により実線の位置を占めるようになる。この場合、点3b-1で針状先端が弾性的に接触するが、その押し付け圧力は、成膜(層)時のストレスによって調整が可能である。

【0018】続いて、この出願のもう1つの製造方法の

実施形態とその方法によって得られる素子を説明する。図2は、ポイントコンタクトにエッチング研磨法を用いてウォームキャリア赤外線検出素子を製作する本発明の方法の実施形態を説明するための図で、(A)から(D)は、その製作過程を示すものである。

【0019】また、図2(D)は、最終的に得られる本発明のウォームキャリア赤外線検出素子の一実施形態の構造の要部を示すものである。図2(D)の素子構造は、図1(D)に示される実施形態と大きく変わるものではない。両者において、同一符号が付されている要素については同一機能を有するもので、説明を重複して行わない。図2(D)の実施形態を特徴付ける点は、半導体基板1と接触点4-1でコンタクトする電極4がエッチング研磨により錐状部が形成され、その先端を接触点4-1としていることにある。この実施形態では、エッチング研磨は、アンテナ部3cを形成した後に電極4に選択的に働くエッチング液を用いることになるので、アンテナ部3cと電極4の構成材料とは異なる材料を用いることになる。

【0020】次いで、図2にもとづいて、製造方法の実施形態を説明すると、まず、図2(A)に示すように、半導体基板1上に酸化膜2(例、 SiO_2)を成膜するが、これは、製造過程において犠牲層として働かし、また、アンテナとして機能する線状の導体3を半導体基板1から絶縁する層としても働く。次に、図2(B)に示すように、この犠牲層2に略逆錐状の穴を開け、その穴の中に最終的に点接触電極4を構成する材料(例、W)を形成する。その後、点接触電極4につながりアンテナ部3cを構成することになる線状部3を例えば、プラチナで形成するが、導電部分3をこのように別の材料で形成する1つの理由は、後述する選択エッチングへ対応するためである。また、導電部分3の形成は、上述した第1の製造方法の実施形態におけると同様に、ストレスを与えて曲げ変形が生じるような方法をとる。

【0021】図2(B)の状態、点接触電極4へこの電極材料に選択的に働くエッチング液(例、 NaOH 、 HCl 又は H_2SO_4)を用いエッチング研磨を行うと、図2(C)に示したように先端に鋭く上がった接触点4-1をもつ点接触電極4が得られる。同時に、線状部の一部がカンチレバー部3aを構成することになる。製造過程の最終段階では、上記の工程で形成された点接触電極4の周辺の絶縁層2を除去して点接触電極4の先端の接触点4-1が半導体基板1に接触するようになされる。この場合、絶縁層2を SiO_2 とした場合、ふつ酸とふつ化アンモニウムと水の混合液からなる一般的なエッチング液を用いることができる。そして、絶縁層2が除去されて、図2

(D)の状態が得られるが、ここでは、カンチレバー部3aが製造過程で与えられたストレスによって変形し電極の先端の接触点4-1を半導体基板1に弾性的に接触させることになるが、押し付け圧力は、製造時のストレ

7

スの与え方によって調整可能である。

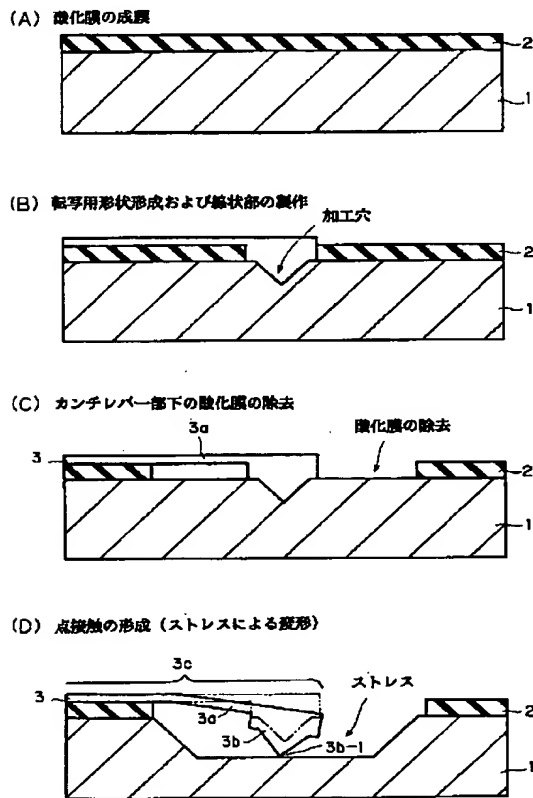
【 0 0 2 2 】

【発明の効果】本発明によれば、点接触電極と、該電極を半導体基板に接触させる手段をそれぞれ別に調整可能な要素として半導体集積回路製造技術により作成し、そうすることによりウォームキャリア赤外線検出素子として最適な接触条件を安定して得ることが可能となり、検出出力が大きく安定した電気的な動作を行い、また、半導体集積回路製法のようなマイクロマシンプロセスを用いて微細な素子構造とすることで慣性質量を小さくできることから振動、衝撃に強く、機械的に安定したウォームキャリア赤外線検出素子を提供し得る。また、上記した本発明のウォームキャリア赤外線素子を当該素子に適したマイクロマシンプロセスで作製するための具体的な製造方法を提供し、この方法により性能の良い当該素子を作ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 ポイントコンタクトにモールド転写法を用いてウォームキャリア赤外線検出素子を製作する本発明の

【図 1】



ポイントコンタクトにモールド転写法を用いた本発明の製作例

8

方法の実施形態を説明するための図で、(A) から (D) は、その製作過程を示すものである。また、図 1 (D) は、最終的に得られる本発明のウォームキャリア赤外線検出素子の一実施形態の構造の要部を示すものである。

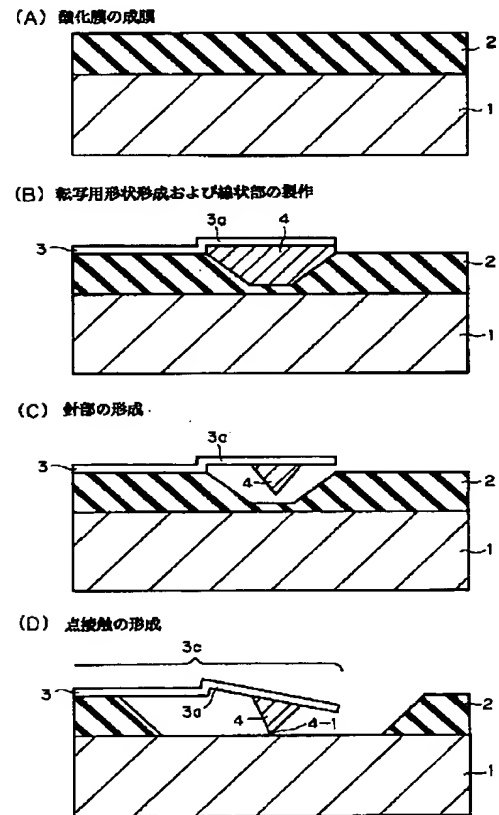
【図 2】 ポイントコンタクトにエッチング研磨法を用いてウォームキャリア赤外線検出素子を製作する本発明の方法の実施形態を説明するための図で、(A) から (D) は、その製作過程を示すものである。また、図 2 (D) は、最終的に得られる本発明のウォームキャリア赤外線検出素子の一実施形態の構造の要部を示すものである。

【図 3】 従来の点接触電極（ポイントコンタクト）の製造方法の工程の概略を示す図である。

【符号の説明】

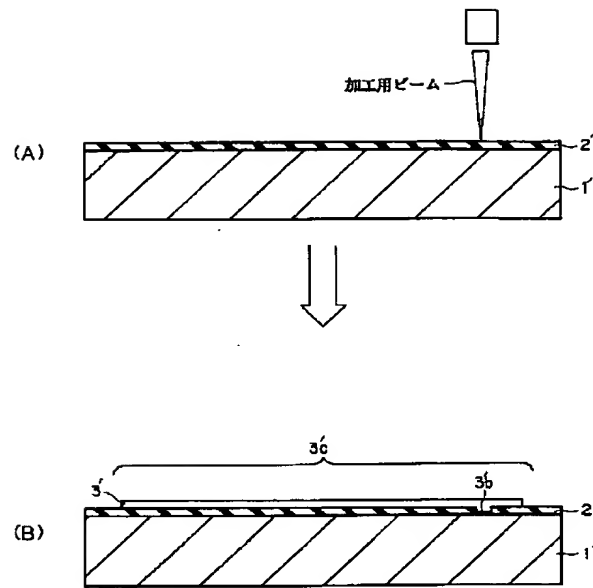
1, 1'…半導体基板、2, 2'…絶縁膜、酸化膜、犠牲層、絶縁層、3, 3'…導体、電導部分、3aカンチレバー、3b, 3'b, 4…点接触電極、3b-1, 4-1…接触点、3c, 3'c…アンテナ部。

【図 2】



ポイントコンタクトにエッチング研磨を用いた本発明の製作例

【図 3】



ポイントコンタクトの製造方法